

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS**

**1892**

**8° ó 9°**

**11**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Ingeniería Eléctrica**

**Ingeniería Eléctrica de Potencia**

**Ingeniería Eléctrica Electrónica**

División

Departamento

Carrera en que se imparte

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa   
de elección

**Horas:**

Teóricas

Prácticas

**Total (horas):**

Semana

16 Semanas

**Modalidad:** Curso, laboratorio

Aprobado:  
Consejo Técnico de la Facultad  
Consejo Académico del Área de las Ciencias  
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:  
25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005  
11 de agosto de 2005

**Seriación obligatoria antecedente:** Sistemas Eléctricos de Potencia II.

**Seriación obligatoria consecuyente:** Ninguna.

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno determinará las características de protección de las diferentes partes de un sistema eléctrico a partir del cálculo de corrientes de corto circuito. Conocerá el funcionamiento y la aplicación de los diferentes dispositivos utilizados para protección de sistemas eléctricos. Conocerá la normatividad aplicable a los sistemas de protección.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Fundamentos de la ingeniería de protecciones.	3.0
2.	Fallas en los sistemas de potencia eléctrica y en sus elementos.	12.0
3.	Criterios principales para detectar fallas.	6.0
4.	Transformadores de instrumento.	9.0
5.	Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas de estado sólido.	24.0
6.	Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas digitales.	18.0
		72.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	104.0



## 1 Fundamentos de la ingeniería de protecciones

**Objetivo:** El alumno conocerá la importancia de los sistemas de protección y los fundamentos en los cuales están basados los principios de su operación.

### Contenido:

- 1.1 Ingeniería de protecciones.
  - 1.1.1 Fundamentos de la ingeniería de protecciones.
  - 1.1.2 Propósito de la ingeniería de protecciones.
  - 1.1.3 Normatividad aplicable a los sistemas de protección.
- 1.2 Estructura de los sistemas de protección.
  - 1.2.1 Requerimientos que deben satisfacer los relevadores y sistemas de protección.
  - 1.2.2 Estructuras básicas de los sistemas de protección.

## 2 Fallas en los sistemas de potencia eléctrica y en sus elementos

**Objetivo:** El alumno reafirmará y ampliará sus conocimientos de los diferentes tipos de fallas en los sistemas de potencia.

### Contenido:

- 2.1 Fallas en los sistemas de potencia.
  - 2.1.1 Fallas entre fases.
  - 2.1.2 Fallas de fase a tierra en sistemas con neutro a tierra y neutro aislado.
  - 2.1.3 Líneas con conductores abiertos.
  - 2.1.4 Fallas entre espiras en las máquinas.
  - 2.1.5 Sobrecarga.
  - 2.1.6 Déficit de potencia real.
  - 2.1.7 Otras fallas y condiciones anormales de operación.

## 3 Criterios principales para detectar fallas

**Objetivo:** El alumno identificará los diferentes tipos de fallas y aplicará los criterios para su detección.

### Contenido:

- 3.1 Esquemas de protección.
  - 3.1.1 Sobrecorriente.
  - 3.1.2 Corriente diferencial (circulante).
  - 3.1.3 Diferencia entre los ángulos de fase de las corrientes.
  - 3.1.4 Sobre y baja tensión.
  - 3.1.5 Dirección de la potencia.
  - 3.1.6 Componentes simétricas de las corrientes y de las tensiones.
  - 3.1.7 Impedancia.
  - 3.1.8 Frecuencia.
  - 3.1.9 Otros criterios.



#### 4 Transformadores de instrumento

**Objetivo:** El alumno conocerá las características de los transformadores de instrumento y sus aplicaciones.

**Contenido:**

- 4.1 Transformadores de corriente (TC).
  - 4.1.1 TCs. convencionales.
  - 4.1.2 TCs. con entrehierro de aire.
  - 4.1.3 TCs. no convencionales.
- 4.2 Transformadores de potencial (TP).
  - 4.2.1 TPs. inductivos.
  - 4.2.2 TPs. capacitivos.
  - 4.2.3 TPs. no convencionales.

#### 5 Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas de estado sólido

**Objetivo:** El alumno conocerá las características y la aplicación de los relevadores y sistemas de protección de estado sólido. Conocerá las normas aplicables a los sistemas de protección.

**Contenido:**

- 5.1 Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas de estado sólido. Módulos básicos.
  - 5.1.1 Acondicionamiento de las señales.
  - 5.1.2 Transformadores de entrada.
  - 5.1.3 TCs. sumadores.
  - 5.1.4 Filtros de componentes simétricas.
  - 5.1.5 Filtros de armónicas.
- 5.2 Principios de medición.
  - 5.2.1 Medición de una sola variable.
  - 5.2.2 Medición de varias variables. Comparadores de amplitud.
  - 5.2.3 Medición de varias variables. Comparadores de fase.
- 5.3 Componentes.
  - 5.3.1 Circuitos de tiempo.
  - 5.3.2 Unidades para suministro de potencia auxiliar.
  - 5.3.3 Lógicas de disparo.
  - 5.3.4 Unidades de disparo.
  - 5.3.5 Unidades de alarma.
  - 5.3.6 Unidades optoacopladoras.
  - 5.3.7 Unidades para monitoreo continuo y prueba.
- 5.4 Combinaciones de módulos y dispositivos.
  - 5.4.1 Combinación de módulos y unidades para formar dispositivos de protección.
  - 5.4.2 Combinación de dispositivos de protección para formar sistemas de protección.
- 5.5 Aplicación de relevadores y sistemas de estado sólido.
  - 5.5.1 Protección contra sobrecorriente instantánea.
  - 5.5.2 Protección contra sobrecorriente de tiempo inverso.
  - 5.5.3 Protección contra sobrecorriente de tiempo inverso con control de tensión.
  - 5.5.4 Protección direccional contra sobrecorriente de tiempo inverso.
  - 5.5.5 Protección diferencial de corriente.



- 5.5.6 Protección de distancia.
- 5.5.7 Criterios de arranque y sistemas de arranque.
- 5.5.8 Sistemas de medición para determinar la distancia y la dirección de la falla.
- 5.5.9 Características de operación resultante del relevador.
- 5.6 Protección de equipo.
  - 5.6.1 Protección de líneas.
  - 5.6.2 Protección de transformadores.
  - 5.6.3 Protección de barras colectoras.
  - 5.6.4 Protección de generadores.
  - 5.6.5 Protección de unidades generador-transformador.
  - 5.6.6 Protección de motores.

## 6 Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas digitales

**Objetivo:** El alumno conocerá los principios de operación y la aplicación de la tecnología de los relevadores y los sistemas de protección digitales.

### Contenido:

- 6.1 Principios de operación y aplicación de relevadores y sistemas digitales.
  - 6.1.1 Protección y control basado en computadoras.
  - 6.1.2 Conversión A/D de las variables de entrada.
- 6.2 Acondicionamiento de las señales digitales.
  - 6.2.1 Representación de la variable de entrada por sus componentes ortogonales.
  - 6.2.2 Correlación digital.
  - 6.2.3 Filtros de componentes simétricas.
- 6.3 Protecciones digitales.
  - 6.3.1 Algoritmos para las protecciones digitales.
  - 6.3.2 Estructuras lógicas para las protecciones digitales.

### Bibliografía básica:

### Temas para los que se recomienda:

Westinghouse Electric Corp. (Relay/Instrument Division)  
*Applied Protective Relaying. A New Silent Sentinel*  
 New Jersey  
 Publications Newark, 1991

**Todos**

MASON, C. R.  
*The Art And Science of Protective Relaying*  
 USA  
 Wiley, 1990

**Todos**

### Bibliografía complementaria:

VAN, A. R. , WARRINGTON, C.  
*Protective Relays. Their Theory and Practice*  
 England  
 Wiley, 1992

**Todos**

**PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS**

(5 / 5)



*Power System Protection (tres vols.)*  
London  
Electric Council Mc Donald, 1992

**Todos**

TITARENKO, M. , NOJKOV, Dukelsky  
*Protective Relaying in Electric Power Systems*  
Moscow  
Palace Publishers, 1970

**Todos**

HOREWITZ, Stanley , PHADKE, Arun  
*Power System Relaying*  
USA  
John Wiley and Sons, 1992

**Todos**

BLOCKBURN, Lewis J.  
*Protective Relaying*  
U.S.A.  
Dekker, 1992

**Todos**

WRIGHT, A., CHRISTOPOLOUS, C.  
*Electrical Power System Protection.*  
England  
Chapman and Hall, 1994

**Todos**

ABB  
*Protective Relaying. Theory and Applications.*  
U.S.A.  
Dekker, 1994

**Todos****Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Los profesores que impartan esta asignatura deben tener un conocimiento amplio de circuitos eléctricos, sistemas de potencia, subestaciones eléctricas, electrónica digital y tener experiencia en relación con el diseño de sistemas de protección así como de la normatividad correspondiente.